

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Oktober 2005 (13.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/095041 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B23K 20/12**,  
B23Q 1/34, 3/18, 17/22, B23B 31/36, B29C 65/06

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **MTU AERO ENGINES GMBH** [DE/DE];  
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000436

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. März 2005 (11.03.2005)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KNOTT, Ulrich**  
[DE/DE]; Finsterwalderstr. 31, 80997 München (DE).  
**BAYER, Erwin** [DE/DE]; Ostenstrasse 36, 85221 Dachau  
(DE). **BUSSMANN, Martin** [DE/DE]; Ulmenstr. 22,  
85247 Schwabhausen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

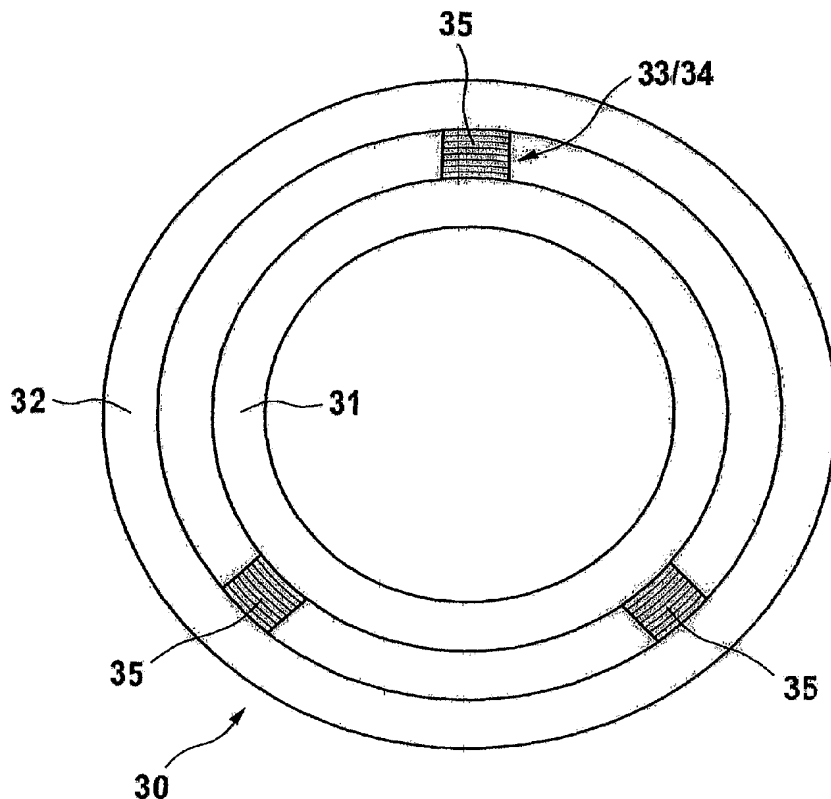
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 015 299.3 29. März 2004 (29.03.2004) DE

(74) Gemeinsamer Vertreter: **MTU AERO ENGINES  
GMBH**; Intellectual Property Management (ASI), Post-  
fach 50 06 40, 80976 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MANUFACTURING PLANT IN PARTICULAR A ROTATIONAL FRICTION WELDING PLANT WITH AT LEAST ONE ADJUSTER DEVICE COMPRISING TWO INTERLEAVED FRAMES

(54) Bezeichnung: FERTIGUNGSANLAGE, INSBESONDERE ROTATIONSREIBSCHWEISSANLAGE, MIT MINDESTENS EINER ZWEI INEINANDER VERSCHACHELTE RAHMEN AUFWEISENDEN JUSTIEREINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a manufacturing plant, in particular, a rotational friction welding plant for the joining of two components, with two part systems for mutual alignment. According to the invention, at least one of both part systems for mutual alignment is provided with an adjustment device (30), comprising two interleaved frames (31, 32), whereby two groups (33, 34), each with at least three adjustment devices (35), are arranged between the two frames (31, 32) of the adjustment device (30) at an axial separation from each other.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Fertigungsanlage, insbesondere eine Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit zwei zueinander auszurichtenden Teilsystemen. Erfindungsgemäß ist mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (31,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/095041 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## FERTIGUNGSANLAGE, INSBESONDERE ROTATIONSREIBSCHWEISSANLAGE, MIT MINDESTENS EINER ZWEI INEINANDER VERSCHACHTELTE RAHMEN AUFWEISENDEN JUSTIEREINRICHTUNG

Die Erfindung betrifft eine Fertigungsanlage, insbesondere eine Rotationsreibschweißanlage, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei der Fertigung von Gasturbinen ist das Reibschweißen ein weitverbreitetes Fügeverfahren. Das Reibschweißen gehört zu den sogenannten Pressschweißverfahren, wobei man beim Reibschweißen das sogenannte lineare Reibschweißen vom Rotationsreibschweißen und dem sogenannten Rührreibschweißen unterscheidet. Beim Rotationsreibschweißen werden rotationssymmetrische Bauteile durch Reibung aneinander gefügt bzw. miteinander verbunden. Beim Rotationsreibschweißen rotiert ein erstes Bauteil, wohingegen das andere Bauteil stillsteht und mit einer bestimmten Kraft gegen das rotierende Bauteil gedrückt wird. Hierbei passen sich Fügeflächen der miteinander zu verbindenden Bauteile durch Warmverschmieden aneinander an.

Das Rotationsreibschweißen wird auf sogenannten Rotationsreibschweißanlagen durchgeführt, wobei nach dem Stand der Technik das rotierende Bauteil auf einer drehenden Spindel und das stillstehende Bauteil auf einer nicht-drehenden Spindel gelagert ist. Beim Rotationsreibschweißen ist es insbesondere von Bedeutung, die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile exakt zueinander zu positionieren bzw. aufeinander auszurichten. Nach dem Stand der Technik erfolgt die Ausrichtung der statischen Seite und der rotierenden Seite einer Rotationsreibschweißanlage durch Keile. Die Ausrichtung mithilfe von Keilen kann nur mit großem Aufwand durchgeführt werden und ermöglicht keine dynamische bzw. geregelte Ausrichtung der miteinander zu verschweißenden Bauteile während des Schweißvorgangs. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Rotationsreibschweißanlagen ist demnach eine Justage der miteinander zu verschweißenden Bauteile nur sehr eingeschränkt möglich. Die Ausrichtung mithilfe von Keilen berücksichtigt des weiteren weder eine Durchbiegung der Rotationsreibschweißanlage durch wechselnde Schwungmassenkörper noch die thermische Verbiegung unter wechselnden Umgebungsbedingungen. Hierdurch wird die erzielbare Genauigkeit der Rotationsreibschweißverbindung beschränkt. Eine ähnliche Problematik ist übrigens bei allen Fertigungsanlagen festzustellen, die zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme aufweisen.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Fertigungsanlage, insbesondere eine neuartige Rotationsreibschweißanlage, zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Fertigungsanlage, insbesondere die Rotationsreibschweißanlage, durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß ist mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen aufweisende Justiereinrichtung zugeordnet, wobei zwischen den beiden Rahmen der Justiereinrichtung in axialem Abstand voneinander zwei Gruppen mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen angeordnet sind.

Mit der erfindungsgemäßen Fertigungsanlage ist eine dynamische bzw. geregelte Ausrichtung der beiden Teilsysteme der Fertigungsanlage während des Fertigungsprozesses möglich. Im Fall des Rotationsreibschweißens bedeutet dies, dass die Ausrichtung der rotierenden Spindel zur nicht-drehenden Spindel dynamisch während des Rotationsreibschweißens beeinflusst werden kann. Hierdurch vereinfacht sich der Aufbau der Fertigungsanlage. Weiterhin kann die Fertigungsqualität erhöht werden.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die relative Position der zueinander auszurichtenden Teilsysteme fortlaufend messbar, wobei abhängig von einer Messung über die oder jede Justiereinrichtung während des Betriebs der Fertigungsanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme erfolgt.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine schematisierte Darstellung einer Fertigungsanlage, die als Rotationsreibschweißanlage ausgebildet ist;
- Fig. 2 eine Verbindungsnaht zwischen zwei miteinander verbundenen Bauteilen;
- Fig. 3 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen, als Rotationsreibschweißanlage ausgebildeten Fertigungsanlage nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in Vorderansicht;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch das Detail der Fig. 3 entlang der Schnittrichtung IV-IV, und

Fig. 5 ein schematisiertes Detail aus einer erfindungsgemäßen, als Rotationsreibschweißanlage ausgebildeten Fertigungsanlage nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung in Vorderansicht.

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer als Rotationsreibschweißanlage 10 ausgebildeten Fertigungsanlage zum Fügen zweier Bauteile 11 und 12, wobei sich zwischen den Bauteilen 11 und 12 beim Rotationsreibschweißen die in Fig. 2 vergrößert dargestellte Verbindungsnaht 13 ausbildet.

Die in Fig. 1 dargestellte Rotationsreibschweißanlage 10 verfügt über zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme, nämlich über eine erste Spindel 14 und eine zweite Spindel 15. Auf der ersten Spindel 14 ist das Bauteil 11 und auf der zweiten Spindel das Bauteil 12 der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 angeordnet bzw. gelagert. Hierzu sind den Spindeln 14 und 15 jeweils Spanneinrichtungen 16 und 17 zugeordnet. Mithilfe der Spanneinrichtungen 16 und 17 sind die miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 auf der jeweiligen Spindel 14 bzw. 15 befestigbar. Der ersten Spindel 14 ist mindestens ein Schwungmassenkörper 23 zugeordnet.

Um nun die beiden Bauteile 11 und 12 mithilfe des Rotationsreibschweißens miteinander zu verbinden, wird das auf der ersten Spindel 14 gelagerte Bauteil 11 im Sinne des Pfeils 18 drehend bewegt, wobei das auf der zweiten Spindel 15 gelagerte Bauteil 12 im Sinne des Pfeils 19 mit einer Kraft gegen das Bauteil 11 gedrückt wird. Die Relativrotation zwischen den Bauteilen 11 und 12 sowie diese Kraft erzeugen eine Reibung und damit Erwärmung der beiden Bauteile 11 und 12 an Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 derselben. Hierbei erfolgt an den Kontaktflächen bzw. Fügeflächen 21, 22 ein Warmverschmieden des Werkstoffs der Bauteile 11 und 12. Hierbei bildet sich die in Fig. 2 schematisiert dargestellte Verbindungswulst 20 aus.

Bei Verbindung der beiden Bauteile 11 und 12 ist es von Bedeutung, dass die Längsachsen bzw. Längsmittelachsen der beiden Bauteile 11 und 12 nach dem Verbinden aufeinanderliegen bzw. zusammenfallen und demnach kein Versatz zwischen den Längsachsen vorliegt. Hierzu ist es erforderlich, die beiden Spindeln 14, 15 exakt zueinander auszurichten.

Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist zumindest einer der beiden Spindeln 14 und 15 eine Justiereinrichtung 24 zugeordnet. Ein erstes Ausführungsbeispiel einer solchen Justiereinrichtung zeigen Fig. 3 und 4.

Die Justiereinrichtung umfasst zwei ineinander verschachtelte Rahmen 25 und 26. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 sind die ineinander verschachtelten Rahmen 25 und 26 als konzentrische, im Querschnitt rechteckige Rohre ausgebildet. Insofern umfasst die Justiereinrichtung 24 ein inneres Rohr 25 und ein äußeres Rohr 26, wobei das äußere Rohr 26 das innere Rohr 25 umschließt.

Zwischen den beiden ineinander verschachtelten Rahmen 25 und 26 bzw. zwischen den beiden Rohren sind in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen 27 und 28 aus mehreren Stellgliedern 29 angeordnet. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 umfasst jede Gruppe 27 und 28 insgesamt acht Stellglieder 29. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist vorzugsweise jedes der Stellglieder 29 mit einem der beiden Rahmen 25 bzw. 26 fest verbunden, wohingegen die Stellglieder 29 gegenüber dem anderen Rahmen 26 bzw. 25 beweglich sind.

Die Stellglieder 29 sind vorzugsweise als die Piezosteller ausgebildet. Durch selektive Verringerung bzw. Vergrößerung der Querschnittsabmessungen der als Piezosteller ausgebildeten Stelleinrichtungen 29 lassen sich die beiden Rahmen 25 und 26 der Justiereinrichtung 24 exakt zueinander ausrichten. Bedingt dadurch, dass in axialem Abstand hintereinander zwei Gruppen 27 und 28 von Stelleinrichtungen 29 positioniert sind, lässt nicht nur eine horizontale sowie vertikale Ausrichtung der beiden Rahmen 25 und 26 zueinander bewerkstelligen, vielmehr können die beiden Rahmen 25 und 26 auch derart zueinander geneigt werden, dass Längsmittelachsen der beiden Rahmen nicht parallel zueinander verlaufen, sondern vielmehr einen Winkel einschließen.

Wie bereits erwähnt, kann jeder Spindel 14 bzw. 15 der Rotationsreibschweißanlage 10 eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet sein. In dem Fall, in welchem beiden Spindeln 14 und 15 eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet ist, ist einerseits die drehende Spindel 14 und andererseits die feststehende Spindel 15 im inneren Rahmen 25 der Justiereinrichtung 24 gelagert. Es sei darauf hingewiesen, dass auch lediglich einer Spindel, also entweder der drehenden Spindel 14 oder der nicht-drehenden Spindel 15, eine derartige Justiereinrichtung 24 zugeordnet sein kann.

Im Unterschied zum gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 ist es selbstverständlich auch möglich, lediglich vier Stelleinrichtungen zwischen dem inneren Rahmen 25 und dem äußerem Rahmen 26 der Justiereinrichtung 24 anzuordnen. Die Anzahl der Stelleinrichtungen 29 zwischen dem in-

neren Ring 25 und dem äußeren Ring 26, die im Ausführungsbeispiel der Fig. 3 und 4 im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind, muss lediglich mindestens vier betragen.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Justiereinrichtung 30 für eine erfindungsgemäße Fertigungsanlage, insbesondere für eine erfindungsgemäße Rotationsreibschweißanlage. Die Justiereinrichtung 30 der Fig. 5 verfügt wiederum über zwei ineinander verschachtelte Rahmen 31 und 32, wobei im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 die beiden ineinander verschachtelten Rahmen als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildet sind. Wie Fig. 5 entnommen werden kann, ist das innere Rohr 31 vom äußeren Rohr 32 konzentrisch umschlossen. Zwischen den beiden als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildeten Rahmen 31 und 32 sind wiederum in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen 33 bzw. 34 von Stelleinrichtungen 25 positioniert. Die Stelleinrichtungen 35 sind wiederum als Piezosteller ausgebildet, wobei im gezeigten Ausführungsbeispiel der Fig. 5 jede Gruppe 33 bzw. 34 mindestens drei Stellglieder 35 aufweist. Auch mit der Justiereinrichtung 30 der Fig. 5 ist eine Justierung bzw. Ausrichtung von zwei Achsen in Winkel und Lage möglich. Durch selektive Vergrößerung bzw. Verringerung der Querschnittsprofile der als Piezosteller ausgebildeten Stelleinrichtungen 35 lassen sich die beiden Rahmen 31 und 32 in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung zueinander verschieben. Weiterhin können die beiden Rahmen 31 und 32 relativ zueinander abgewinkelt werden.

Eine mit solchen Justiereinrichtungen 24 bzw. 30 ausgebildete Rotationsreibschweißanlage 10 ermöglicht eine dynamische Justierung der miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 bzw. der beiden Spindeln 14 und 15 während des Rotationsreibschweißvorgangs. So ist es mit der hier vorliegenden, erfindungsgemäßen Rotationsreibschweißanlage möglich, die Position bzw. Relativstellung der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 während des Rotationsreibschweißens fortlaufend zu erfassen und abhängig von entsprechenden Messungen durch Beeinflussung der Stellglieder 29 bzw. 35 der Justiereinrichtungen 24 bzw. 30 die in beiden Spindeln 14 und 15 und damit letztendlich die beiden miteinander zu verbindenden Bauteile 11 und 12 während des Rotationsreibschweißens dynamisch bzw. geregelt aufeinander auszurichten. Hierdurch kann die Qualität der Rotationsreibschweißverbindung deutlich verbessert werden.

Wie bereits erwähnt, sind die Stelleinrichtungen 29 bzw. 35 vorzugsweise als Piezosteller ausgebildet. Piezosteller erlauben eine hochgenau Feinjustierung im Mikrometerbereich, wobei dieselben lediglich einen geringen

Bauraum benötigen. Im bevorzugten Anwendungsfall einer Rotationsreibschweißanlage ist es mit der hier vorliegenden Erfindung möglich, die statische sowie rotatorische Seite bzw. das statische bzw. rotatorische Teilsystem der Rotationsreibschweißanlage vor und während des Rotationsreibschweißens mikrometergenau in Achslage und Achsrichtung zu justieren.

Obwohl unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 5 die hier vorliegenden Erfindung am Beispiel einer Rotationsreibschweißanlage beschrieben wurde, ist das erfindungsgemäße Prinzip zur Ausrichtung bzw. Justierung auf andere Fertigungsanlagen bzw. Fertigungsmaschinen übertragbar. Die Erfindung ist überall dort einsetzbar, wo zwei zueinander auszurichtende Teilsysteme einer Fertigungsanlage hochgenau zueinander ausgerichtet werden müssen. Dabei können beide auszurichtende Teilsysteme rotieren oder feststehen. Auch ist es möglich, dass eines der beiden aufeinander auszurichtenden Teilsysteme rotiert, wohingegen das andere Teilsystem feststeht.

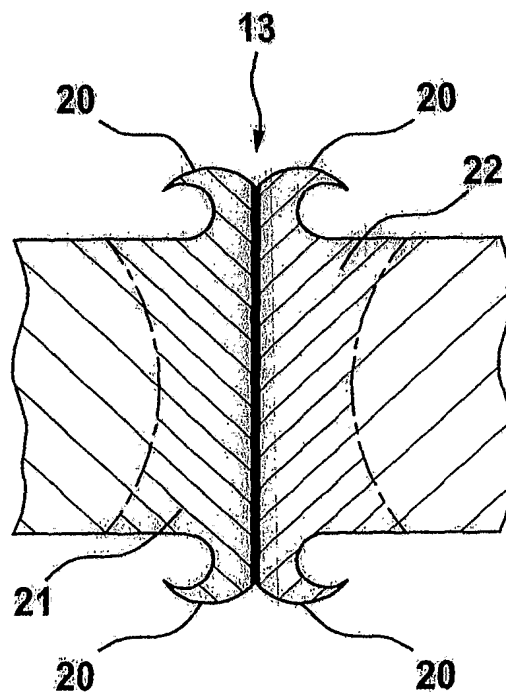
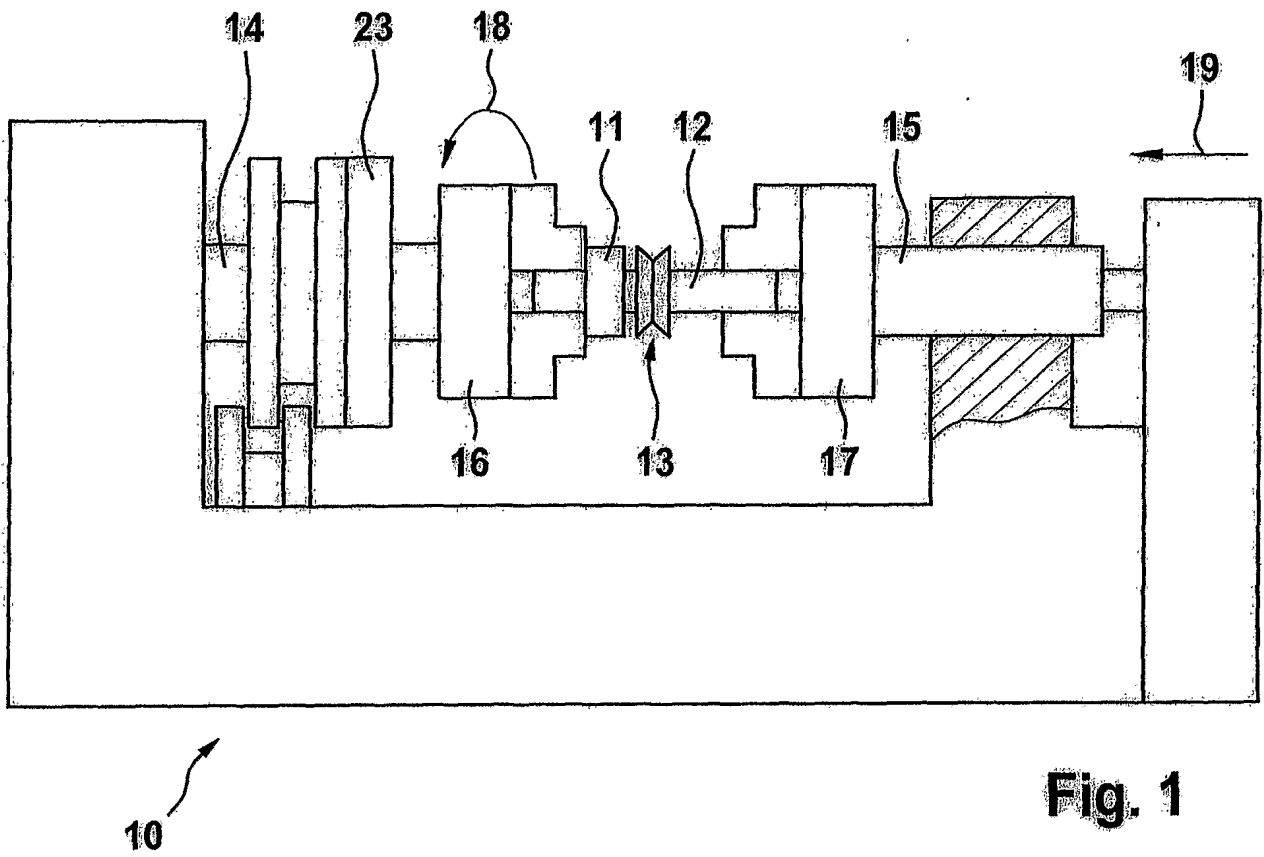


## Patentansprüche

1. Fertigungsanlage, insbesondere Rotationsreibschweißanlage zum Fügen zweier Bauteile, mit zwei zueinander auszurichtenden Teilsystemen, dadurch gekennzeichnet,  
dass mindestens einem der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (25, 26; 31, 32) aufweisende Justiereinrichtung (24; 30) zugeordnet ist, wobei zwischen den beiden Rahmen (25, 26; 31, 32) der Justiereinrichtung in axialem Abstand voneinander zwei Gruppen (27, 28; 33, 34) mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen (29; 35) angeordnet sind.
2. Fertigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die beiden ineinander verschachtelten Rahmen (31, 32) als konzentrische, im Querschnitt kreisringförmige Rohre ausgebildet sind, wobei zwischen den beiden Rohren in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen (33, 34) mit jeweils mindestens drei Stelleinrichtungen (35) angeordnet sind.
3. Fertigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die beiden ineinander verschachtelten Rahmen (25, 26) als im Querschnitt rechteckige Rohre ausgebildet sind, wobei zwischen den beiden Rohren in axialem Abstand zueinander zwei Gruppen (27, 28) mit jeweils mindestens vier Stelleinrichtungen (29) angeordnet sind.
4. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stelleinrichtungen (29, 35) mit mindestens einem der ineinander verschachtelten Rahmen (25, 26; 31, 32) fest verbunden sind.
5. Fertigungsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stelleinrichtungen (29, 35) mit einem der ineinander verschachtelten Rahmen (26, 32) fest verbunden und gegenüber dem anderen Rahmen (25, 31) beweglich sind.

6. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtungen (29, 35) als Piezosteller ausgebildet sind.
7. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im inneren Rahmen (25; 31) der beiden ineinander verschachtelte Rahmen der Justiereinrichtung (24; 30) eine Achse des entsprechenden Teilsystems gelagert ist.
8. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jedem der zueinander auszurichtenden Teilsysteme eine Justiereinrichtung (24; 30) zugeordnet ist, wobei in dem inneren Rahmen (25; 31) jeder Justiereinrichtung (24; 30) eine Achse eines der beiden auszurichtenden Teilsysteme gelagert ist, und wobei die Achsen der beiden auszurichtenden Teilsysteme drehend und/oder feststehend ausgebildet sind.
9. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Position der zueinander auszurichtenden Teilsysteme fortlaufend messbar ist, und dass abhängig von einer entsprechenden Messung über die oder jede Justiereinrichtung (24, 30) während des Betriebs der Fertigungsanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme erfolgt.
10. Fertigungsanlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dieselbe als Rotationsreibschweißanlage mit einer ersten Spindel (14) und einer zweiten Spindel (15) ausgebildet ist, wobei die erste Spindel (14) und die zweite Spindel (15) die beiden zueinander auszurichtenden Teilsysteme bilden, wobei auf der ersten Spindel (14) ein erstes Bauteil (11) von miteinander zu verbindenden Bauteilen (11, 12) und auf der zweiten Spindel (15) ein zweites Bauteil (12) der miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) gelagert ist, und wobei der ersten Spindel (14) und/oder der zweiten Spindel (15) eine zwei ineinander verschachtelte Rahmen (25, 26; 31, 32) aufweisende Justiereinrichtung (34; 30) zugeordnet ist.

11. Fertigungsanlage nach Anspruch 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die relative Position der ersten Spindel (14) und der zweiten Spindel (15) bzw. der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) fortlaufend gemessen wird, und dass abhängig hiervon über die oder jede Justiereinrichtung (24; 30) während des Betriebs der Rotationsreibschweißanlage eine dynamische Ausrichtung der beiden Spindeln (14, 15) oder der beiden miteinander zu verbindenden Bauteile (11, 12) erfolgt.



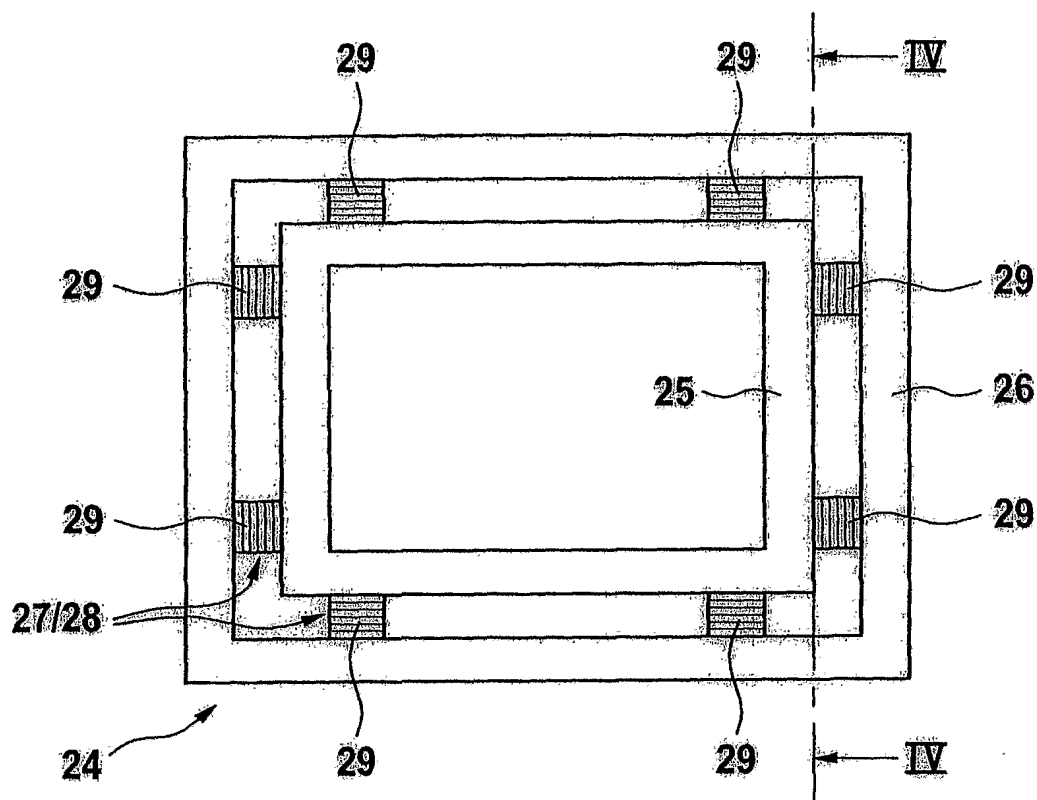


Fig. 3

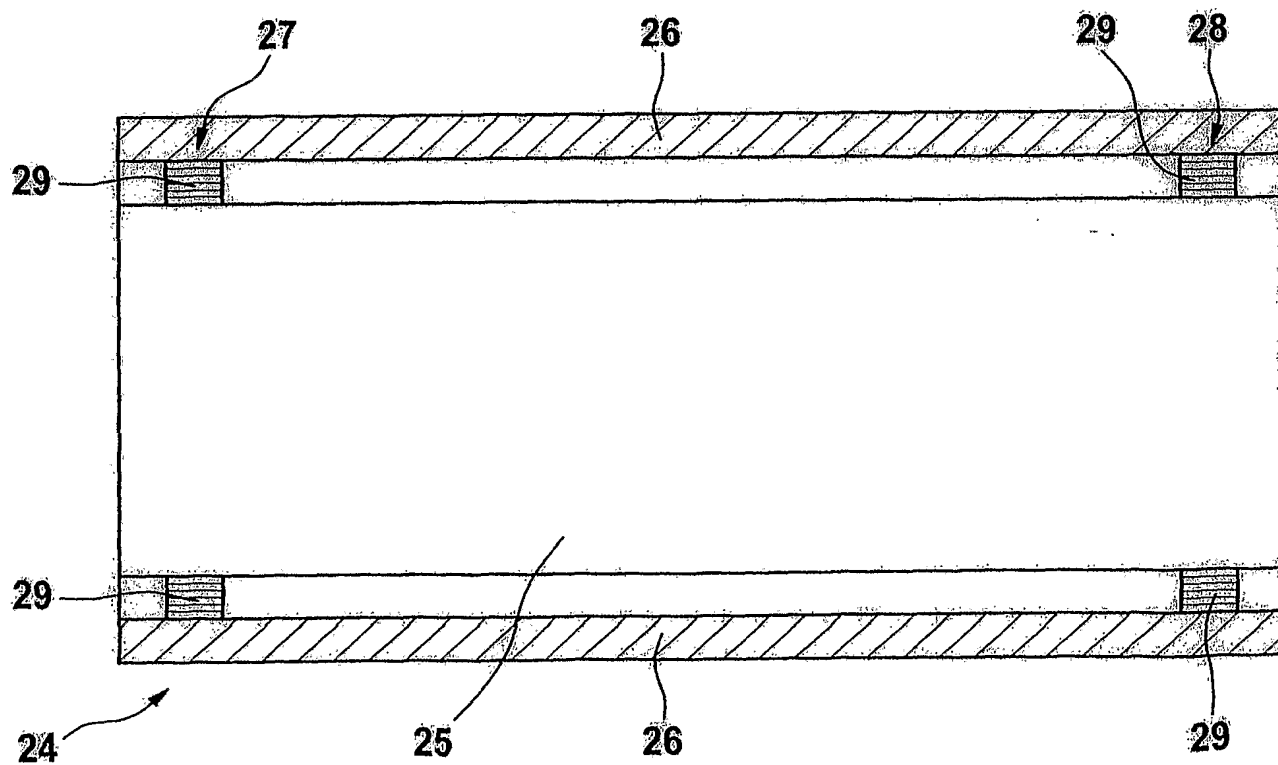
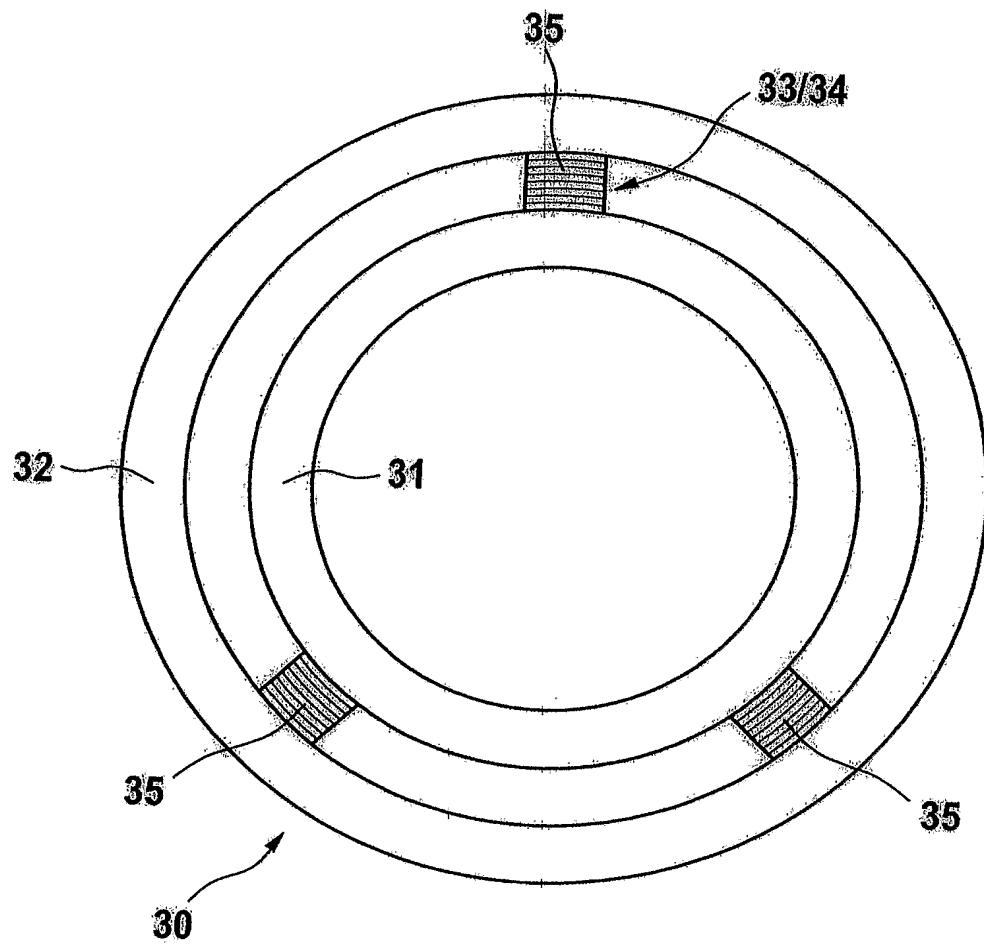


Fig. 4



**Fig. 5**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000436

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B23K20/12 B23Q1/34 B23Q3/18 B23Q17/22 B23B31/36  
B29C65/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K B23Q B23B B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| Y          | US 3 134 278 A (M.B. HOLLANDER ET AL)<br>26 May 1964 (1964-05-26)<br>column 4, line 52 - column 5, line 53;<br>figure 3   | 1-11                  |
| Y          | DATABASE WPI<br>Section PQ, Week 199402<br>Derwent Publications Ltd., London, GB;<br>Class P54, AN 1994-014256<br>XP002336219<br>-& SU 1 757 783 A1 (KIROVSK POLY)<br>30 August 1992 (1992-08-30)<br>abstract | 1-11                  |
| A          | US 3 840 979 A (R.G. MILLER ET AL)<br>15 October 1974 (1974-10-15)<br>column 3, line 18 - column 4, line 22;<br>figure 1  | 1                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July 2005

Date of mailing of the international search report

27/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jeggy, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000436

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | DE 102 29 134 A1 (B.A. GROHMANN ET AL)<br>29 January 2004 (2004-01-29)<br>paragraphs '0009!, '0039! - '0042!,<br>'0050! - '0052!; figures 2,4<br>----- | 1-11                  |
| A,P        | WO 2004/052592 A (I. MARQUART ET AL)<br>24 June 2004 (2004-06-24)<br>the whole document<br>-----   | 1-11                  |



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000436

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 3134278                                | A  | 26-05-1964          | GB 963681 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963682 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963683 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963684 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963685 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963686 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963687 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963688 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963689 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963690 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963691 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963692 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963693 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | GB 963694 A                | 15-07-1964          |
|   |    |                     | US 3234645 A               | 15-02-1966          |
|   |    |                     | US 3269002 A               | 30-08-1966          |
|   |    |                     | US 3269003 A               | 30-08-1966          |
|   |    |                     | US 3234646 A               | 15-02-1966          |
|   |    |                     | US 3234647 A               | 15-02-1966          |
| SU 1757783                                | A1 | 30-08-1992          | NONE                       |                     |
| US 3840979                                | A  | 15-10-1974          | ES 425935 A1               | 01-07-1976          |
|   |    |                     | US 3750927 A               | 07-08-1973          |
| DE 10229134                               | A1 | 29-01-2004          | NONE                       |                     |
| WO 2004052592                             | A  | 24-06-2004          | DE 10259257 A1             | 24-06-2004          |
|   |    |                     | WO 2004052592 A1           | 24-06-2004          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000436

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>IPK 7    B23K20/12    B23Q1/34    B23Q3/18    B23Q17/22    B23B31/36<br>B29C65/06  |  |   |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK  |  |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>IPK 7    B23K    B23Q    B23B    B29C   |  |   |
| Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen   |  |   |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)<br>EPO-Internal, WPI Data, PAJ   |  |   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>   |  |   |
| Kategorie*   | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.                                  |
| Y  | US 3 134 278 A (M.B. HOLLANDER ET AL)<br>26. Mai 1964 (1964-05-26)<br>Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 53;<br>Abbildung 3<br>-----   | 1-11  |
| Y  | DATABASE WPI<br>Section PQ, Week 199402<br>Derwent Publications Ltd., London, GB;<br>Class P54, AN 1994-014256<br>XP002336219<br>-& SU 1 757 783 A1 (KIROVSK POLY)<br>30. August 1992 (1992-08-30)<br>Zusammenfassung<br>----- | 1-11  |
| A  | US 3 840 979 A (R.G. MILLER ET AL)<br>15. Oktober 1974 (1974-10-15)<br>Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 22;<br>Abbildung 1<br>-----  | 1   |
| -/--   |  |   |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</span> </div>   |  |   |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div> |  |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche  |  | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 15. Juli 2005  |  | 27/07/2005  |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Jeggy, T       |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000436

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |   |                    |
|--|---|--------------------|
| Kategorie <sup>o</sup>                               | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr. |
| A  | DE 102 29 134 A1 (B.A. GROHMANN ET AL)<br>29. Januar 2004 (2004-01-29)<br>Absätze '0009!, '0039! - '0042!, '0050!<br>- '0052!; Abbildungen 2,4<br>----- | 1-11               |
| A,P  | WO 2004/052592 A (I. MARQUART ET AL)<br>24. Juni 2004 (2004-06-24)<br>das ganze Dokument<br>-----   | 1-11               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000436

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie |               | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| US 3134278   | A  | 26-05-1964                    | GB                                | 963681 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963682 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963683 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963684 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963685 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963686 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963687 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963688 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963689 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963690 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963691 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963692 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963693 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | GB                                | 963694 A      | 15-07-1964                    |
|  |    |                               | US                                | 3234645 A     | 15-02-1966                    |
|  |    |                               | US                                | 3269002 A     | 30-08-1966                    |
|  |    |                               | US                                | 3269003 A     | 30-08-1966                    |
|  |    |                               | US                                | 3234646 A     | 15-02-1966                    |
|  |    |                               | US                                | 3234647 A     | 15-02-1966                    |
| SU 1757783   | A1 | 30-08-1992                    | KEINE                             |               |                               |
| US 3840979   | A  | 15-10-1974                    | ES                                | 425935 A1     | 01-07-1976                    |
|  |    |                               | US                                | 3750927 A     | 07-08-1973                    |
| DE 10229134  | A1 | 29-01-2004                    | KEINE                             |               |                               |
| WO 2004052592                                      | A  | 24-06-2004                    | DE                                | 10259257 A1   | 24-06-2004                    |
|  |    |                               | WO                                | 2004052592 A1 | 24-06-2004                    |